# 出席第一屆國際菌根大會會議報告

◎農試所農化系　吳繼光

第一屆國際菌根大會（First International Conference on Mycorrhizae）係由加州大學伯克萊分校、戴維斯分校、新植物學家會刊（New Phytologist）及德國斯普林格－婆萊格出版社（Springer－Verlag）贊助。本次會議自八月四日起至八月九日止，在加州大學伯克萊分校舉行。共有超過八百人參加，我國有四位學者參加，是繼日本之後亞洲地區參加人數最多的國家。由於加州大學伯克萊分校校區廣闊且會議的議題較多，因此在同一時段便有不同的議題同時進行。參加本次會議的人士大多以壁報的方式展出，共有兩個梯次，每個梯次以兩天爲限，由此可見展出壁報的數量。

此次大會所提出的論文顯示菌根菌的生態研究、菌根菌與其它根圈微生物的相互作用以及菌根菌的實用性，頗受重視。

## 一、菌根菌生態研究

由於分子生物學的進步，目前已能透過PCR等技術，將菌根中的共生菌根菌予以鑑定。目前我們已能自自然界中了解外來菌根菌與本地種菌根菌的交替現象，進而提升如何有效接種正確菌根菌的應用研究，並透過此一技術了解同種菌根菌不同變異株對作物生長的影響。瑞士方面提出在石灰質土壤生長的夏枯草屬植物（Prunella vulagris 與 P. grandiflora）對於不同菌根菌反應的研究，指出不同的菌根菌對於接種以後的葡萄枝分枝密度及長度皆有顯著的影響。因此，透過本實驗可知菌根菌的接種對於植物本身的形態及其建立植物社會的構造變異上，均有其一定程度的影響。

## 二、菌根菌與其它根圈微生物的相互作用

菌根菌與其它根圈微生物的相互作用，也是一項熱門的研究主題。因爲土壤中其它微生物會影響菌根菌接種的成功與否。芬蘭在本次大會提出以松樹菌根的根圈微生物調查報告，顯示細菌的歧異度愈趨近於樹幹基部，其變異度越大。在根外菌絲前端的細菌塊，遠較根部的細菌變異度小。自根外菌絲所分離的細菌大多是 Bacillus spp.。螢光Pseudomonas細菌在松樹根圈存在的數量遠較苗圃的土壤少且大多散佈在根圈中沒有固定的區域。加拿大方面此次首度提出以根器官培養的內生菌根菌（Glomus intraradices），研究其與溶磷細菌（Pseudomonas aeruginosa）的交相作用的論文，發現溶磷細菌或根外菌絲單獨存在時，會增加M培養基的酸鹼值。內生菌根則可以有效產生降低酸鹼值的效果。此外，若於M培養基中加入不易溶磷礦物（如過磷酸鈣）時，內生菌根或根外菌絲接種溶磷菌的溶磷效果最佳。其中，根外菌絲接種溶磷菌的溶磷效果又比內生菌根接種溶磷菌效果更好。丹麥方面提出以十字型管研究內生菌根與螢光菌的交互作用論文，其報告指出小黃瓜接種菌根菌（Glo-

mus caledonicum 或 G. intraradices)及螢光菌(Pseudomonas fluorescens)後，兩種菌根菌會降低螢光菌的數量。但是，若將根外菌絲與根部隔開後，發現根外菌絲會促進螢光菌的增殖。此研究報告指出螢光菌與菌根菌的消長現象，可能是在於彼此競爭養份的結果。

**三、菌根菌的實用性**

1.食用菌根菌

目前菌根菌的在食用方面以外生菌根菌爲主。此次美國農部奧瑞岡西北太平洋研究站印製了精美的手册，介紹西北太平洋的食用性外生菌根菌及一般森林蕈類如Boletus edulis, Cantharellus eibarius, C. subalbidus, Craterellus cornucopioides, Hericium abietis, Hydnum repandum, Lepiota rhacodes, Morchella esculenta, Picoa cartusiana, Sparassis crispa, Trhicholoma magnivelare, Tuber gibbossum等。此外，該研究站並就如何管理森林的生態體系，保存眞菌的多樣性，以維持野生菌類的永續經營，提出具體計畫與建議，值得我國參考。有關外生菌根菌的人工繁殖計畫，以紐西蘭的Tuber melanosporum最爲成功。該計畫開始於1985年，兩年後他們成功將Tuber melanosporum接種於Quercus robur與Corylus avellana的植株且開始供應接種苗給農民。自此而後，在紐西蘭共有32個私人塊菌經營班成立。本項計畫的成功，主要歸功於中國大陸研究者王雲博士的協助，王博士目前在紐西蘭定居，在外生菌根菌的人工繁殖研究上頗具國際聲望。

2.內生菌根菌之種源生產技術

目前加拿大仍領先各國在菌根菌的無菌繁殖技術上。早在八年前，加拿大研究人員利用農桿菌(Agrobacterium rhizogenes)誘導胡蘿菠產生轉型根，並利用此種雙相培養技術成功繁殖了Glomus intraradices與Gigaspora margarita兩種菌種。可惜自此而後，在其它菌種的繁殖上，便遭遇了困難。加拿大拉維爾大學目前已轉進到完全單一培養技術上，希望能在人工培養基上完成菌根菌的產孢技術。目前拉維爾大學大學教授(Dr. Yves Piche)從根的分泌物中分析，發現quercetin與Kaempferol兩種黃酮類化合物類(flavonoids)對於Gigaspora margarita的菌絲生長有促進作用。但並不是所有的黃酮類化合物類，對於所有的菌根菌的菌絲具有相同促進生長的作用。例如biochanin A對於Glomus intraradices有促進菌絲生長的作用，但對於Gigaspora margarita則有抑制菌絲生長的現象。由於目前的根器官繁殖技術只成功Glomus intraradices與Gigaspora margarita兩種菌種，因此今年的研究論文，尤其是分子生物學方面，幾乎全以這兩種爲研究材料。此外，加拿大方面更以此技術生產Glomus intraradices，爲一種生物性肥料“Mycorise”。本產品係泥炭苔、珍珠石及菌根菌混合而成，售價爲每30公升16~18元加幣，保證孢子含量爲2100孢子／公

升。

3.在內生菌根菌的應用方面

西班牙提出以內生菌根菌接種紅豆杉(Taxus baccata L.)研究其對 Deacetilbaccatin III 的產量的影響。Deacetilbaccatin III是存在紅豆杉的樹皮或樹葉最多的一種taxane。taxane則是抗癌藥物(taxol)的一種前驅體(precursor)。研究中指出以10－12公分長的插枝，經五個月後，將存活且發根的幼苗接種菌根菌(Glomus macrocarpum)後，發現接種菌根菌者其根系較未接種者發達。但以接種菌根菌十個月後的植株做比較，發現其Deacetilbaccatin III的濃度與未接菌組並無差異。加拿大方面研究高爾夫球場草皮接種菌根菌後，發現化學肥料的施用量與菌根菌感染率呈負相關。也就是說，化學肥料使用超過一定的量時，菌根菌的感染率會下降，而造成肥料的浪費。以加拿大爲例，當化學肥料減少到正常用量的一半時，發現對於感染率沒有影響。可見加拿大對於高爾夫球場的化學肥料的施用，也有過量的現象。此外，高爾夫球場草皮噴灑2,4－D的殺草劑，對於菌根感染率則似乎沒有影響。

**建議**

由於菌根菌的研究越來越受經濟景氣的影響，而有越來越偏向實用性研究的趨勢。如何將菌根菌的研究成果商業化或使之更具應用價值，恐是未來對於菌根菌研究者難以避免的壓力。我國在菌根菌方面的研究也有二十多年的歷史，但是在外生菌根菌方面的研究腳步與我國內生菌根菌的研究成果相較，則似乎慢了許多。我國的在造林與森林維護工作，特別是對特有樹種的保育上，菌根菌的接種對於育苗的成功與否十分重要，極待更多研究人員的投入。

由於我國的囊叢枝內生菌根菌的族群數量有普遍偏低的現象，特別是在施肥過多的耕地土壤中。經台灣省農業試驗所的調查，發現我國農田中的菌根菌孢子數大多低於20個孢子／100克土，甚至於有找不到孢子的情形。這是由於我國長期施用過量的化學肥料與農藥所造成的微生物生態的危機。我國近幾年來，國民對於安全農產品的品質越來越重視，對於如何減少農藥與化學肥料的使用，似乎是未來我國農業生產的走向，因此如何開發取代部份化學肥料與農藥的生物性資材便更形重要。我國在囊叢枝內生菌根菌的開發應用上，已進入商業化生產的階段。我國首次菌根菌之菌種生產技術轉移已於今年六月正式簽約給兩家廠商生產。在未來的研究上，擬建議繼續向根器官培養技術推進，縱使該技術目前只成功兩種菌種的生產，但是本項技術若能繼續改進，則對於未來的商業化生產成本的降低與分子生物學的進一步發展，有著難以預期的效益。